

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-43510

(43) 公開日 平成9年(1997)2月14日

(51) Int. Cl.

G02B 13/00

13/18

G11B 7/135

識別記号

府内整理番号

F I

G02B 13/00

13/18

G11B 7/135

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数13 FD (全9頁)

(21) 出願番号

特願平7-211259

(71) 出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(22) 出願日

平成7年(1995)7月28日

(72) 発明者

山崎 敬之

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 佐藤 文男 (外2名)

(54) 【発明の名称】光情報記録媒体の記録再生用光学系

(57) 【要約】

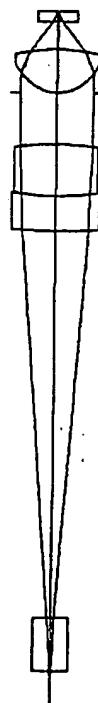
【課題】 一つの光ピックアップで異なる基板厚を有する光ディスクの記録再生が可能な情報ピックアップ装置及び光ディスク装置を実現する。

【解決手段】 記録再生用光学系は、レーザー光源と、該レーザー光源からの発散光の発散角を小に変換するレンズと、該レンズからの出射光を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光する正の屈折力を有する対物レンズを有し、前記透明基板の厚みに応じて前記発散角変換レンズが光軸に沿って移動し、以下の条件を満たすことを特徴とする。

$$d_1 > d_2$$

但し、

d_1 : レーザー光源から発散角変換レンズの最も光源に近い面が光軸と交わる点までの距離で、透明基板の厚みが t_1 , t_2 のとき、前記距離はそれぞれ d_1 , d_2 であり、 $t_1 < t_2$ の関係にある。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザー光源と、該レーザー光源からの発散光の発散角を小に変換するレンズと、該レンズからの出射光を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光する正の屈折力を有する対物レンズを有する光情報記録媒体の記録再生用光学系において、前記透明基板の厚みに応じて前記発散角変換レンズが光軸に沿って移動し、以下の条件を満たすことを特徴とする光情報記録媒体の記録再生用光学系。

$$d_1 > d_2$$

但し、

d_1 ：レーザー光源から発散角変換レンズの最も光源に近い面が光軸と交わる点までの距離で、透明基板の厚みが t_1 、 t_2 のとき、前記距離はそれぞれ d_1 、 d_2 であり、 $t_1 < t_2$ の関係にある。

【請求項2】 前記対物レンズは光源側に凸面を向けた正の単レンズであり、光源側、情報記録面側に面する両面が非球面であることを特徴とする請求項1の光情報記録媒体の記録再生用光学系。

【請求項3】 前記対物レンズはガラス素材から成ることを特徴とする請求項2の光情報記録媒体の記録再生用

光学系。

【請求項4】 前記対物レンズはプラスチック素材から成ることを特徴とする請求項2の光情報記録媒体の記録再生用光学系。

【請求項5】 前記発散角変換レンズが前記 d_1 に位置するとき、該発散角変換レンズから出射し、前記対物レンズに入射する光束がほぼ平行となることを特徴とする請求項1の光情報記録媒体の記録再生用光学系。

【請求項6】 前記対物レンズは光源側に凸面を向けた正の単レンズであり、光源側、情報記録面側に面する両面が非球面であることを特徴とする請求項5の光情報記録媒体の記録再生用光学系。

【請求項7】 前記対物レンズはガラス素材から成ることを特徴とする請求項6の光情報記録媒体の記録再生用光学系。

【請求項8】 前記対物レンズはプラスチック素材から成ることを特徴とする請求項6の光情報記録媒体の記録再生用光学系。

【請求項9】 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1の光情報記録媒体の記録再生用光学系。

【数1】

$$0.5 < \frac{\Delta d}{\left(\frac{n^2 - 1}{n^3}\right) \Delta t} \times \sqrt{\frac{f_o}{f_T} \times \left(\frac{f_o}{f_c}\right)^2} < 0.8$$

但し、 $\Delta d = d_1 - d_2$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

n ：光情報媒体の透明基板の光源波長での屈折率

f_o ：対物レンズの焦点距離

f_c ：発散角変換レンズの焦点距離

f_T ：透明基板 t_1 時の光学系全系の焦点距離

【請求項10】 前記発散角変換レンズが前記 d_1 に位置するとき、該発散角変換レンズから出射し、前記対物レンズに入射する光束がほぼ平行となることを特徴とする請求項9の光情報記録媒体の記録再生用光学系。

【請求項11】 前記対物レンズは光源側に凸面を向けた正の単レンズであり、光源側、情報記録面側に面する両面が非球面であることを特徴とする請求項10の光情報記録媒体の記録再生用光学系。

【請求項12】 前記対物レンズはガラス素材から成ることを特徴とする請求項11の光情報記録媒体の記録再生用光学系。

30

【請求項13】 前記対物レンズはプラスチック素材から成ることを特徴とする請求項11の光情報記録媒体の記録再生用光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、レーザー光などの光ビームを光情報記録媒体に照射することにより、光情報を記録再生する光学系に関する。

【0002】

【従来技術】 図28に於いて、半導体レーザ等の光源1から出射した光束はビームスプリッタ2を通過してコリメータレンズ3に入射して平行光束となり、絞り5で所定の光束に制限されて対物レンズ6へ入射する。この対物レンズ6は、平行光束が入射すると、所定の厚みの基板7を通してほぼ無収差の光スポットを記録面8上へ結像する。この記録面8で情報ビットにより変調されて反射した光束は、対物レンズ6、コリメータレンズ3を介してビームスプリッタ2に戻り、ここでレーザ光源1からの光路から分離され、受光手段9に入射する。この受光手段9は多分割されたPINフォトダイオードであり、各素子から入射光束の強度に比例した信号電流を出力し、この信号電流を図には示さない検出回路系に送る。ここで検出された情報信号、フォーカスエラー信号、トラックエラー信号に基づき、磁気回路とコイル等で構成される2次元アクチュエータで対物レンズ6を制御し、常にトラック上に光スポット位置を合わせる。

【0003】 この様な情報ピックアップでは、対物レンズ6で集光される光スポットを小さくするため大NA（例えばNA0.6）であるので、この様な集光光束中に置かれる基板7の厚みが所定の厚みからずれると大きな球面収差を発生させる。図29でこれを説明するとNA0.6、レーザ光源から出射されるレーザ光の波長635nm、基板厚み0.6mm、基板屈折率1.58の条件で最適化された対物レンズで、基板の厚みを変えた場合、0.01mmずれる毎に0.01rms程収差

が増大する。従って、基板厚みが±0.07mmずれると0.07λrmsの収差となり、読み取りが正常に行える目安となるマレシャルの限界値に達してしまう。

【0004】このため、0.6mm厚の基板に換えて例えば1.2mm厚の基板を再生しようとする場合、

①アクチュエータ部で1.2mm厚対応の対物レンズ1と絞り10に切り替えて再生する。

②0.6mm厚の基板用と1.2mm厚の基板用の2組のピックアップを装置に組み込む。

③情報ピックアップ中にホログラムを設け、これを透過する0次光と1次光の各々を0.6mm厚基板と1.2mm厚基板に対応する光スポットとして情報記録面に集光させる。

等の方法が提案されている。

【0005】しかし、前述の様に1台の光ディスク装置で異なる基板厚を有する光ディスクを再生可能するために、上記のようにディスクの基板厚が0.6mm用と1.2mm用それぞれに対応する対物レンズを2個取り付けたり、ディスクの基板厚が0.6mmと1.2mm用の2個の光ピックアップを装置に組み込む方法では、
20 情報ピックアップ装置及び光ディスク装置をコンパクトで低コストとすることは出来ない。また、情報ピックアップ中にホログラムを設け、これを透過する0次光、1次光の各々を0.6mm厚基板と1.2mm厚基板に対応する光スポットとして情報記録面に集光させる方法では、常に情報記録媒体の情報記録面に向かう2つの光束が出射されるため、一方の光束による光スポットでの情報読み出しを行うときは他方の光束は読み出しには寄与しない不要光となるだけでなく、ノイズ増大要因となる。また、レーザー光強度を分割して用いる事になるため、光量低下によるS/N比の低下が生じ、光量を増大させた場合にはレーザー寿命が低下してしまう。更に、記録を行う方式とするときは、出射ロス分が増大することにより、より高い出力のレーザーが必要となりコストが高くなる。

$$0.5 < \frac{\Delta d}{\left(\frac{n^2 - 1}{n^3}\right) \Delta t} \times \sqrt{\frac{f_o}{f_T}} \times \left(\frac{f_o}{f_c}\right)^2 < 0.8$$

但し、 $\Delta d = d_1 - d_2$

$\Delta t = t_2 - t_1$

n : 光情報媒体の透明基板の光源波長での屈折率

f_o : 対物レンズの焦点距離

f_T : 発散角変換レンズの焦点距離

f_c : 透明基板 t₁ 時の光学系全系の焦点距離

の条件式を満足することが望ましい。

【0011】

【作用】本発明は、対物レンズに入射する光束の入射角を光情報記録媒体の透明基板の厚みに応じて変えることにより、基板の厚みが異なる光ディスクの記録再生を可能とする光学系を提供しようとするものである。図1

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、前記欠点を含まぬ光情報記録媒体の記録再生用光学系を得るために為されたものである。すなわち、一つの光ピックアップで異なる基板厚を有する光ディスクの記録再生を可能とし、基板厚の異なる光ディスク相互の互換性を有する、構造が簡単でコンパクトな情報ピックアップ装置及び光ディスク装置を実現する事を可能とする目的としている。

【0007】

【問題を解決するための手段】本発明の光情報記録媒体の記録再生用光学系は、レーザー光源と、該レーザー光源からの発散光の発散角を小に変換するレンズと、該レンズからの出射光を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光する正の屈折力を有する対物レンズを有する光情報記録媒体の記録再生用光学系において、前記透明基板の厚みに応じて前記発散角変換レンズが光軸に沿って移動し、以下の条件を満たすことを特徴とする。

$$d_1 > d_2$$

但し、

d₁ : レーザー光源から発散角変換レンズの最も光源に近い面が光軸と交わる点までの距離で、透明基板の厚みがt₁、t₂のとき、前記距離はそれぞれd₁、d₂であり、t₁ < t₂の関係にある。

【0008】前記対物レンズは光源側に凸面を向けた正の単レンズであり、光源側、情報記録面側に面する両面が非球面であり、ガラス素材あるいはプラスチック素材から成る。

【0009】また、前記発散角変換レンズが前記d₁に位置するとき、該発散角変換レンズから出射し、前記対物レンズに入射する光束がほぼ平行となるように構成されるのが望ましい。

【0010】さらに、

【数2】

は、NA 0.60、基板厚み0.60mm、基板屈折率1.58の条件で波長635nmの平行光束が入射するときに収差補正が最適化された対物レンズ6に光束を入射させたときの光路図である。無限遠よりの光束は絞り5、対物レンズ6、基板7を通り、記録面8に相当する位置に集光する。この様な対物レンズ6は、レンズ面に非球面を用いることにより容易に波面収差0.0001msのものを得ることが出来る。

【0012】図2は実施例1において、基板厚み0.6mmに対して収差補正が最適化された光学系において、発散角変換レンズを光軸に沿って移動した時に発生する球面収差量を示している。ここで、発散角の大小の定義

を、光束が発散光の場合を+方向、収束光の場合を-方向、平行光の場合を0とする。発散角変換レンズを所定の位置から光源寄りに光軸に沿って移動すると、発散角変換レンズから出射される光束の出射角は、移動前の出射角と比べて大きくなり、対物レンズに最適状態よりも発散角の大きな光束が入射されることになり、アンダーの球面収差が発生することになる。また、発散角変換レンズを所定の位置から対物レンズ寄りに光軸に沿って移動すると、発散角変換レンズから出射される光束の出射角は、移動前の出射角と比べて小さくなり、対物レンズに最適状態よりも発散角の小さな光束が入射されることになる。これにより、オーバーの球面収差が発生することになる。

【0013】図2、図29より、所定の基板厚みに対して最適化された光学系において、基板が厚くなるほど、また発散角変換レンズが光源から遠ざかるほど、球面収差はオーバーになる。逆に、基板が薄くなるほど、また発散角変換レンズが光源に近付くほど、球面収差はアンダーになることがわかる。従って、基板が厚くなった場合に発生するオーバーの球面収差を、発散角変換レンズを光源に近付けてアンダーの球面収差を発生させることで打ち消すことが可能である。逆に、基板が薄くなかった場合に発生するアンダーの球面収差を、発散角変換レンズを光源から遠ざけてオーバーの球面収差を発生させることで打ち消すことが可能である。

【0014】対物レンズの光源側面を凸面とし、更に非球面を導入することにより、本発明に用いられる対物レンズは単レンズで実現することが可能であり、コスト低減に寄与する。この際に、対物レンズの素材はガラスと樹脂のいずれを用いることも可能であるが、コスト低減への寄与の点においては、樹脂とすることが望ましい。

【0015】基板厚みの変化 Δt により発生した球面収差を、焦点距離 f_c の発散角変換レンズを光軸に沿って移動することにより、逆方向の球面収差を発生させて光

10

20

透明基板の厚み	0. 6 mm	1. 2 mm		
各面間隔	d_i	$d_{i'}$		
・絞り径	$\phi 4. 08$	$\phi 4. 08$		
・光学系全系の倍率	$-1/7. 9$	$-1/6. 2$		
・記録面側NA	0. 60	0. 59		
発散角変換レンズの焦点距離	$f_c = 26. 85$ (mm)			
対物レンズの焦点距離	$f_o = 3. 40$ (mm)			
透明基板 t_1 時の光学系全系の焦点距離 $f_T = 3. 53$ (mm)				
i	r_i	d_i	$d_{i'}$	n_i
0	光源	0. 55	0. 55	1. 0
1	∞	3. 00	3. 00	1. 51455
2	∞	22. 05	12. 40	1. 0
3	39. 8985	2. 00	2. 00	1. 80186
4	13. 6343	3. 00	3. 00	1. 58701
5	-17. 4703	3. 00	12. 83	1. 0
6	絞り(∞)	0. 00	0. 00	1. 0

学系全系として球面収差を良好に補正するが、その際、 $\{ (n^i - 1) / n^i \} \Delta t$ が大きいほど発散角変換レンズの移動量 Δd も大きくなり、その関係は比例する。また、発散角変換レンズの移動により補正できる球面収差の量は、 $\sqrt{(f_0/f_T)}$ 及び $(f_0/f_c)^2$ に反比例する。以上のことから、光情報媒体の透明基板の厚みが変化したことにより発生した球面収差を補正するために移動する発散角変換レンズの移動量は、これらの $\{ (n^i - 1) / n^i \} \Delta t$ 、 $\sqrt{(f_0/f_T)}$ および $(f_0/f_c)^2$ で規格化した値が条件式(1)の範囲になければならない。上限を越えて移動しすぎると、球面収差がアンダーに成り過ぎ、回折限界の目安であるマレシャル限界を越えてしまう。逆に下限を下回ると Δt で発生したオーバーの球面収差を十分に補正できず、やはりマレシャル限界を越えてしまう。

【0016】

【実施例】以下実施例を説明する。各実施例において、数値例は、レーザー光源を第0面とし、ここから順に第i番目の面(絞り面を含む)の曲率半径を r_i 、第i番目の面と第*i*+1番目の面との光軸上の厚み、間隔を d_i 、第i番目と第*i*+1番目との間の媒質のレーザー光源の波長での屈折率を n_i で表す。また、空気の屈折率を1とする。また、レンズ面に非球面を用いている場合においては、その非球面形状は面の頂点を原点とし、光軸方向をX軸とした直交座標系において、 κ を円錐係数、 A_i を非球面係数、 P_i を非球面のべき数とするとき、

【数3】

$$x = \frac{C \phi^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) C^2 \phi^2}} + \sum A_i \phi^{P_i}$$

$$\phi = \sqrt{y^2 + z^2}, \quad C = 1/r$$

で表される。

【0017】実施例1

7

7	2. 0500	2. 60	2. 60	1. 49005
8	-5. 1870	1. 60	1. 42	1. 0
9	∞	0. 60	1. 20	1. 58
10	記録面 (∞)			

第7面の非球面データ

$\kappa = -0.46211$		$\kappa = -0.20447 \times 10^3$		
$A_1 = -0.81009 \times 10^{-3}$, $P_1 = 4$	$A_1 = +0.91069 \times 10^{-2}$, $P_1 = 4$	
$A_2 = -0.18077 \times 10^{-3}$, $P_2 = 6$	$A_2 = -0.35507 \times 10^{-2}$, $P_2 = 6$	
$A_3 = -0.23378 \times 10^{-4}$, $P_3 = 8$	$A_3 = +0.78952 \times 10^{-3}$, $P_3 = 8$	
$A_4 = -0.87100 \times 10^{-5}$, $P_4 = 10$	$A_4 = -0.68843 \times 10^{-4}$, $P_4 = 10$	
		[0018]	実施例2.	

第8面の非球面データ

透明基板の厚み	0. 6mm	1. 2mm	
・各面間隔	di	di'	
・絞り径	φ4. 08	φ4. 08	
・光学系全系の倍率	-1/8. 0	-1/6. 2	
・記録面側NA	0. 60	0. 59	
発散角変換レンズの焦点距離	$f_c = 26. 85$ (mm)		
対物レンズの焦点距離	$f_o = 3. 40$ (mm)		
透明基板 t_1 時の光学系全系の焦点距離 $f_T = 3. 41$ (mm)			

i	ri	di	di'	ni
0	光源	0. 55	0. 55	1. 0
1	∞	3. 00	3. 00	1. 51455
2	∞	23. 90	14. 15	1. 0
3	-156. 0000	1. 20	1. 20	1. 82920
4	-19. 5513	3. 00	12. 93	1. 0
5	絞り (∞)	0. 00	0. 00	1. 0
6	2. 0500	2. 60	2. 60	1. 49005
7	-5. 1870	1. 60	1. 42	1. 0
8	∞	0. 60	1. 20	1. 58
9	記録面 (∞)			

第6面の非球面データ

$\kappa = -0.46211$		$\kappa = -0.20447 \times 10^3$		
$A_1 = -0.81009 \times 10^{-3}$, $P_1 = 4$	$A_1 = +0.91069 \times 10^{-2}$, $P_1 = 4$	
$A_2 = -0.18077 \times 10^{-3}$, $P_2 = 6$	$A_2 = -0.35507 \times 10^{-2}$, $P_2 = 6$	
$A_3 = -0.23378 \times 10^{-4}$, $P_3 = 8$	$A_3 = +0.78952 \times 10^{-3}$, $P_3 = 8$	
$A_4 = -0.87100 \times 10^{-5}$, $P_4 = 10$	$A_4 = -0.68843 \times 10^{-4}$, $P_4 = 10$	
		[0.019]	実施例3	

第7面の非球面データ

透明基板の厚み	0. 6mm	1. 2mm	
・各面間隔	di	di'	
・絞り径	φ4. 08	φ4. 08	
・光学系全系の倍率	-1/8. 0	-1/6. 1	
・記録面側NA	0. 60	0. 59	
発散角変換レンズの焦点距離	$f_c = 26. 85$ (mm)		
対物レンズの焦点距離	$f_o = 3. 40$ (mm)		
透明基板 t_1 時の光学系全系の焦点距離 $f_T = 3. 34$ (mm)			
i	ri	di	di'
0	光源	0. 55	0. 55
1	∞	3. 00	3. 00
2	∞	23. 90	14. 51
3	-156. 0000	1. 20	1. 20

9					10
4	-19.5513	3.00	12.58	1.0	
5	絞り(∞)	0.00	0.00	1.0	
6	2.4000	2.60	2.60	1.69404	
7	-78.2277	1.51	1.32	1.0	
8	∞	0.60	1.20	1.58	
9	記録面(∞)				

第6面の非球面データ

$$\begin{aligned} \kappa &= -0.22769 & \kappa &= -0.21220 \times 10^2 \\ A_1 &= -0.14079 \times 10^{-1} & A_1 &= +0.11864 \times 10^{-1} & P_1 &= 4 \\ A_2 &= -0.18562 \times 10^{-1} & P_2 &= 6 & A_2 &= -0.32315 \times 10^{-1} & P_2 &= 6 \\ A_3 &= -0.22586 \times 10^{-1} & P_3 &= 8 & A_3 &= +0.89784 \times 10^{-1} & P_3 &= 8 \\ A_4 &= -0.24870 \times 10^{-1} & P_4 &= 10 & A_4 &= -0.65119 \times 10^{-1} & P_4 &= 10 \end{aligned}$$

【0020】実施例4

第7面の非球面データ

透明基板の厚み	0.6mm	1.2mm
・各面間隔	d_i	d_i'
・絞り径	$\phi 4.08$	$\phi 4.08$
・光学系全系の倍率	$-1/11.8$	$-1/8.9$
・記録面側NA	0.60	0.59

発散角変換レンズの焦点距離 $f_c = 26.85$ (mm)対物レンズの焦点距離 $f_o = 3.40$ (mm)透明基板 t_1 時の光学系全系の焦点距離 $f_T = 3.31$ (mm)

i	r_i	d_i	d_i'	n_i
0	光源	0.55	0.55	1.0
1	∞	3.00	3.00	1.51455
2	∞	36.96	16.22	1.0
3	-339.3412	1.20	1.20	1.82920
4	-30.2635	3.00	23.92	1.0
5	絞り(∞)	0.00	0.00	1.0
6	2.0500	2.60	2.60	1.49005
7	-5.1870	1.60	1.42	1.0
8	∞	0.60	1.20	1.58
9	記録面(∞)			

第6面の非球面データ

$$\begin{aligned} \kappa &= -0.46211 \\ A_1 &= -0.81009 \times 10^{-1} & P_1 &= 4 \\ A_2 &= -0.18077 \times 10^{-1} & P_2 &= 6 \\ A_3 &= -0.23378 \times 10^{-1} & P_3 &= 8 \\ A_4 &= -0.87100 \times 10^{-1} & P_4 &= 10 \end{aligned}$$

第7面の非球面データ

$$\begin{aligned} \kappa &= -0.20447 \times 10^2 \\ A_1 &= +0.91069 \times 10^{-1} & P_1 &= 4 \\ A_2 &= -0.35507 \times 10^{-1} & P_2 &= 6 \\ A_3 &= +0.78952 \times 10^{-1} & P_3 &= 8 \\ A_4 &= -0.68843 \times 10^{-1} & P_4 &= 10 \end{aligned}$$

【0021】

【発明の効果】以上のように、本発明により、基板厚みの異なる光情報記録媒体を1つの情報ピックアップ装置で記録、再生可能となり、複数の基板厚みに互換性を有する、構造が簡単でコンパクトで低コストな情報ピックアップ装置及び光ディスク装置が得られた。また、読み

出し、書き込みに用いる光スポットは一つであるため、パワーロスがなく、読み出しへではS/N比が向上し、記録を行う方式においては、より低いレーザーパワーで書き込みが可能である。さらに、基板の任意の厚みへの対応や、個々の基板の厚みばらつきの補正も容易に対応することが可能となる。なお、対物レンズへの入射光の発散角の変化に伴い、作動距離の若干の変化を生じるが、

40 合焦アクチュエータの作動範囲内であり、これを考慮する必要はない。

【図面の簡単な説明】

【図1】収差補正が最適化された対物レンズによる光路図である。

【図2】本発明の実施例1における発散角変換レンズ移動量と球面収差の関係を示すグラフである。

【図3】本発明の情報記録再生用光学系の実施例1における、透明基板厚0.6mm時の光路図である。

【図4】本発明の情報記録再生用光学系の実施例1における、透明基板厚1.2mm時の光路図である。

【図5】本発明の情報記録再生用光学系の実施例2における、透明基板厚0.6mm時の光路図である。

【図6】本発明の情報記録再生用光学系の実施例2における、透明基板厚1.2mm時の光路図である。

【図7】本発明の情報記録再生用光学系の実施例3における、透明基板厚0.6mm時の光路図である。

【図8】本発明の情報記録再生用光学系の実施例3における、透明基板厚1.2mm時の光路図である。

【図9】本発明の情報記録再生用光学系の実施例4における、透明基板厚0.6mm時の光路図である。

【図10】本発明の情報記録再生用光学系の実施例4における、透明基板厚1.2mm時の光路図である。

【図11】実施例1の光学系において、透明基板厚0.6mm時の球面収差図である。

【図12】実施例1の光学系において、発散角変換レンズが透明基板厚0.6mm用配置のままのときに、厚み1.2mmの透明基板が挿入された場合の球面収差図である。

【図13】実施例1の光学系において、発散角変換レンズが透明基板厚1.2mm用の配置のときに、厚み0.6mmの透明基板が挿入された場合の球面収差図である。

【図14】実施例1の光学系において、透明基板厚1.2mmに調整された場合の球面収差図である。

【図15】実施例2の光学系において、透明基板厚0.6mm時の球面収差図である。

【図16】実施例2の光学系において、発散角変換レンズが透明基板厚0.6mm用配置のままのときに、厚み1.2mmの透明基板が挿入された場合の球面収差図である。

【図17】実施例2の光学系において、発散角変換レンズが透明基板厚1.2mm用の配置のときに、厚み0.6mmの透明基板が挿入された場合の球面収差図である。

【図18】実施例2の光学系において、透明基板厚1.

2mmに調整された場合の球面収差図である。

【図19】実施例3の光学系において、透明基板厚0.6mm時の球面収差図である。

【図20】実施例3の光学系において、発散角変換レンズが透明基板厚0.6mm用配置のままのときに、厚み1.2mmの透明基板が挿入された場合の球面収差図である。

【図21】実施例3の光学系において、発散角変換レンズが透明基板厚1.2mm用の配置のときに、厚み0.6mmの透明基板が挿入された場合の球面収差図である。

【図22】実施例3の光学系において、透明基板厚1.2mmに調整された場合の球面収差図である。

【図23】実施例4の光学系において、透明基板厚0.6mm時の球面収差図である。

【図24】実施例4の光学系において、発散角変換レンズが透明基板厚0.6mm用配置のままのときに、厚み1.2mmの透明基板が挿入された場合の球面収差図である。

【図25】実施例4の光学系において、発散角変換レンズが透明基板厚1.2mm用の配置のときに、厚み0.6mmの透明基板が挿入された場合の球面収差図である。

【図26】実施例4の光学系において、透明基板厚1.2mmに調整された場合の球面収差図である。

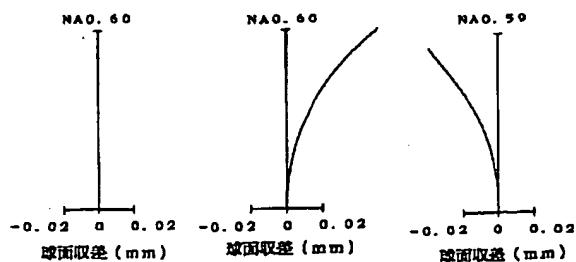
【図27】従来技術における光情報記録媒体の記録再生用光学系の一例を示す光学配置図である。

【図28】光情報記録媒体の基板の厚みと球面収差との関係を示すグラフである。

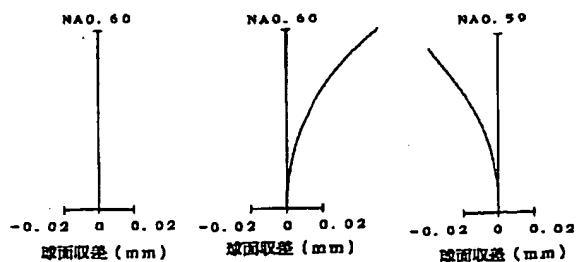
【符号の説明】

1 レーザー光源	2 ピームスプリッタ
3 発散角変換レンズ	5, 10 絞り
6, 11 対物レンズ	7 透明基板
8 情報記録面	9 光検出手段

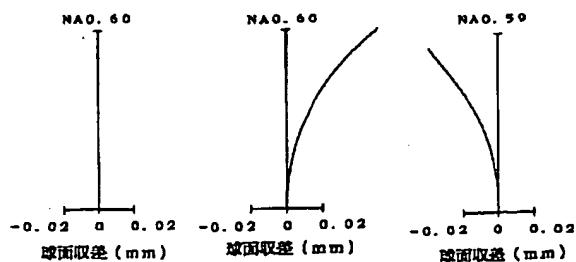
【図11】



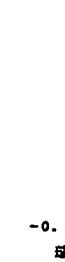
【図12】



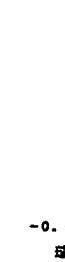
【図13】



【図14】



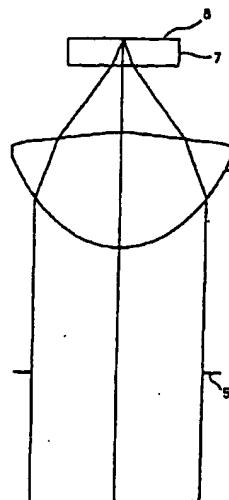
【図15】



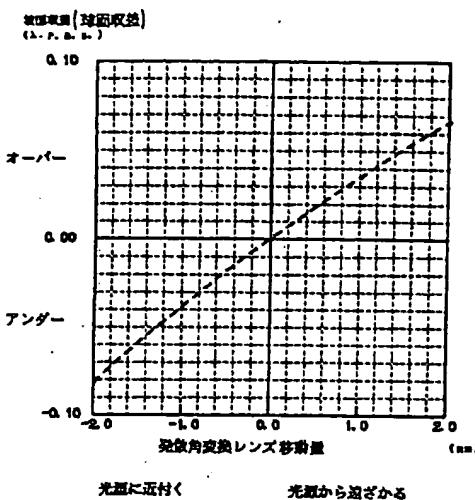
【図16】



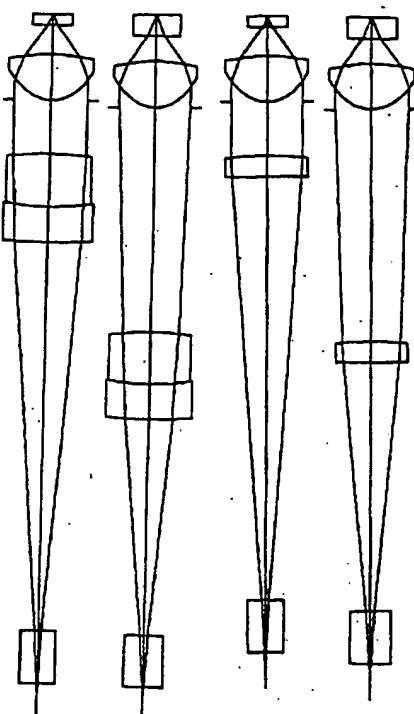
【図1】



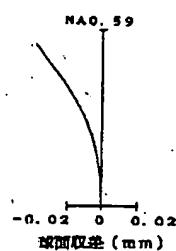
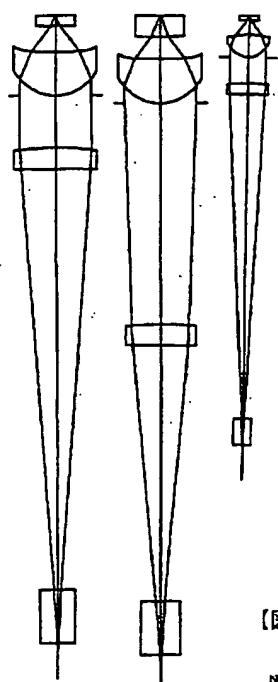
【図2】



【図3】 【図4】 【図5】 【図6】



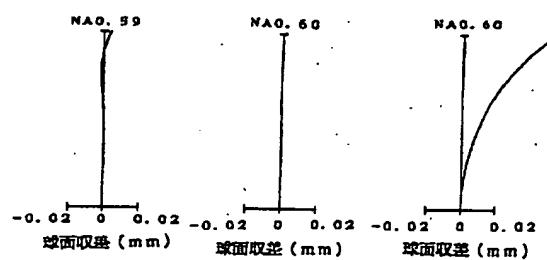
【図7】 【図8】 【図9】 【図10】 【図17】



【図18】

【図19】

【図20】



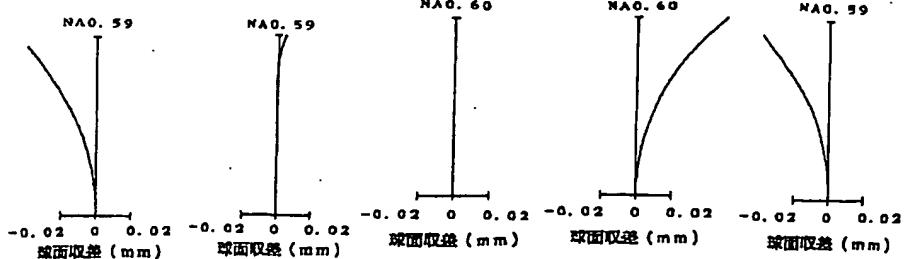
【図21】

【図22】

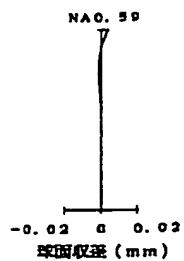
【図23】

【図24】

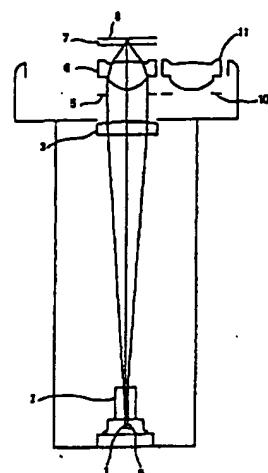
【図25】



【図26】



【図27】



【図28】

